Resolução (compacta):

1. $I_5 = \frac{12-0{,}7}{10k} = 1{,}13\ mA \Rightarrow I_6 = I_7 = 1{,}13\ mA$ e $I_3 \cong I_7$, desprezando I_{B4}. $V_{B3} = 4{,}3V \Rightarrow V_{E3} = 5V \Rightarrow I_{560} = \frac{6-5}{560} \cong 1{,}79\ mA$

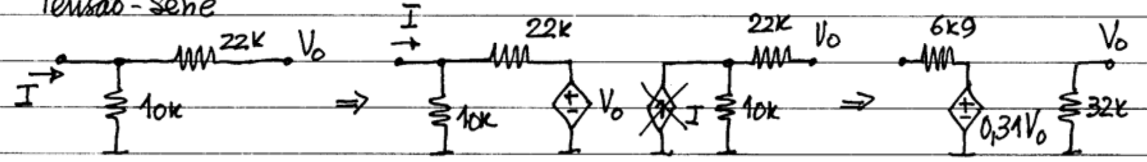
$I_2 = I_{560} - I_3 \cong 0{,}66\ mA$

$I_1 = I_6 - I_2 \cong 0{,}47\ mA$ $\quad V_0 \equiv V_{E4} \cong 0 \Rightarrow I_{680} = \frac{0-(-6)}{680} = 8{,}82\ mA$

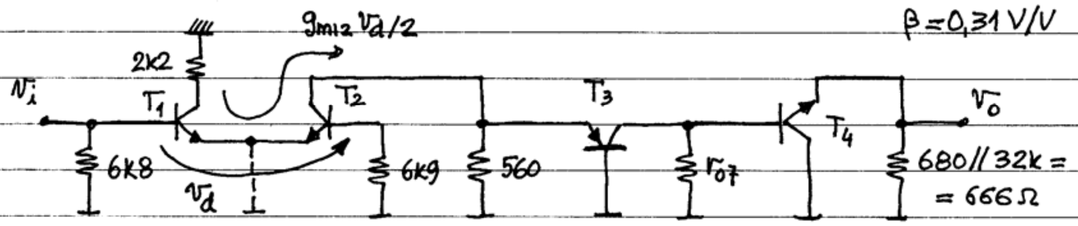
Com $I_{B2} \cong 0$, $I_{10+22} \cong 0 \Rightarrow I_4 \cong I_{680}$

	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
I	0,47	0,66	1,13	8,82	1,13	1,13	1,13
V_C	4,97	5	0,7	6	−5,3	−0,7	0,7
V_B	0	0	4,3	0,7	−5,3	−5,3	−5,3
V_E	−0,7	−0,7	5	0	−6	−6	−6

2. Tensão-série



$\beta = 0{,}31\ V/V$



3. $g_{m4} = 350\ mA/V \Rightarrow r_{e4} \cong 2{,}9\ \Omega$ e $r_{o4} = 5{,}71\ k\Omega \Rightarrow R_{E4} = r_{o4} // 666 = 596\Omega$

Como $596 \gg 2{,}9$ $\quad A_4 \cong 1$

$R_{i4} = 201\,(2{,}9 + 596) \cong 120\ k\Omega$ $\quad I_3 \cong I_7 = g_{m3} V_T = 1{,}13\ mA \Rightarrow$

$\Rightarrow r_{o3} = r_{o7} = 44{,}4\ k\Omega$

$R_{L3} = r_{o7} // R_{i4} \cong 32{,}4\ k\Omega$ Como r_{o3} é da mesma ordem de grandeza de R_{L3}, não pode ser ignorada. Para o BC uma boa aproximação, neste caso, é $A_v = g_m\,(r_o // R_L)$.

Logo $A_3 = g_{m3}\,(32{,}4k // 44{,}4k) \cong 844\ V/V$

$A_{12} = \frac{1}{2}\, g_{m12}\,(r_{o2} // 560 // R_{i3}) \cong 0{,}24$ sendo $r_{o2} = \frac{50}{0{,}55m} \cong 91\ k\Omega$

$R_{i3} = r_{e3} \cong 22\ \Omega$ $\quad$ Como $r_{\pi 12} = \frac{200}{22m} = 9{,}1\ k\Omega \Rightarrow R_{id} = 18{,}2\ k\Omega$

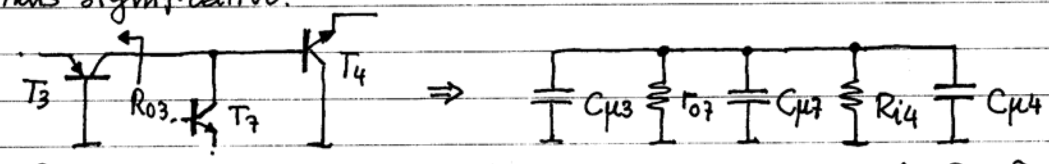
logo $\frac{v_d}{v_i} = \frac{18k2}{18k2 + 6k9} = 0{,}73$ e finalmente:

$A_v = 0{,}73 \times 0{,}24 \times 844 \cong 148\ V/V$

4. $A_{vf} = \dfrac{A_v}{1+\beta A_v} \cong 3{,}3\ V/V$ $\qquad R_i = 6k8 // (18k2 + 6k9) = 5{,}4\ k\Omega$

$R_{if} = R_i\,(1+\beta A_v) \cong 246\ k\Omega$

5. Como o ganho do par diferencial é muito baixo, devido ao BC, o efeito de Miller é insignificante. Nos emissores de T_3 e T_4, como são pontos de baixa resistência, as correspondentes constantes de tempo são pequenas. Finalmente, como o ponto B é de elevada resistência (saída dum BC é elevada e entrada dum CC também), a constante de tempo associada às capacidades desse ponto derivadas é a de valor mais significativo.

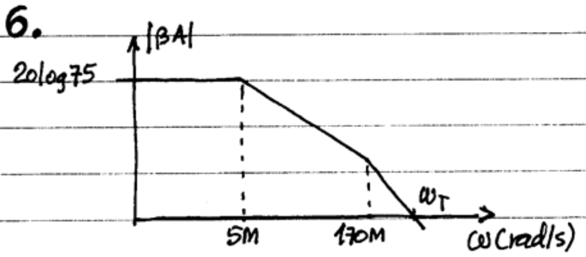


$R_{03} \gg r_{03} = r_{07}$ $\qquad$ (Notar que a contribuição de $C_{\pi 4} \cong 0$)

$C_{\mu 3} + C_{\mu 7} + C_{\mu 4} = 6\ pF$ $\qquad r_{07} // R_{i4} \cong 32{,}4\ k\Omega \Rightarrow \tau_B \cong 194\ ns$

donde $\omega_1 \cong 5{,}14\ Mrad/s$

6.



$20 \log 75 = 20 \log \dfrac{170}{5} + 40 \log \dfrac{\omega_T}{170M}$

$\omega_T = 170M \cdot \sqrt{\dfrac{75 \times 5}{170}} \cong 252\ Mrad/s$

$\phi = -\operatorname{arctg} \dfrac{252}{5} - \operatorname{arctg} \dfrac{252}{170} \cong -145^\circ$

logo $\phi_M = 180 + \phi \cong 35^\circ$

Assim, a margem de segurança é boa, mas a qualidade da resposta é muito má, pois a ultrapassagem na resposta indicial é > 20%.

7. Para ser $\phi_M = 45^\circ$ deve ser $\omega_T \cong \omega_2 = 170\ Mrad/s$

Assim, o novo 1º pólo

$$\omega_1' = \frac{170M}{75} \cong 2{,}27\ Mrad/s$$

Como $\omega_1' = \dfrac{1}{C \times 32{,}4k} \Rightarrow C = 13{,}6\ pF$

Como já temos 6pF, a capacidade de compensação deve ser:

$$C_c = C - 6pF = 7{,}6\ pF$$